

DIALOG(R)File 342:Derwent Patents Citation Indx

(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

05019634 WPI Acc No: 98-353456/31

**Laser irradiation system for semiconductor crystallization, annealing - removes impurity film on semiconductor thin film surface before irradiating laser light**

Patent Assignee: (SEME ) SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Patent Family:

Patent No	Kind Date	Examiner	Field of Search
<b>JP 10135148</b>	A 980522 (BASIC)		

Derwent Week (Basic): 9831

Priority Data: JP 96305957 (961030)

Applications: JP 96305957 (961030)

Derwent Class: U11

Int Pat Class: H01L-021/268; H01L-021/336; H01L-027/12

Number of Patents: 001

Number of Countries: 001

Number of Cited Patents: 000

Number of Cited Literature References: 000

Number of Citing Patents: 000

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05852048 \*\*Image available\*\*

## LASER IRRADIATION SYSTEM AND APPLICATION THEREOF

PUB. NO.: 10-135148 [JP 10135148 A]

PUBLISHED: May 22, 1998 (19980522)

INVENTOR(s): KUSUMOTO NACOTO  
YAMAZAKI SHUNPEI

APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese Company  
or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 08-305957 [JP 96305957]

FILED: October 30, 1996 (19961030)

INTL CLASS: [6] H01L-021/268; H01L-027/12; H01L-029/786; H01L-021/336

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 36.1 (LABOR  
SAVING DEVICES -- Industrial Robots)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R004 (PLASMA); R011 (LIQUID CRYSTALS); R096  
(ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors); R097 (ELECTRONIC  
MATERIALS -- Metal Oxide Semiconductors, MOS)

### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the annealing effect uniformity of a large area by removing an impurity film from a semiconductor thin-film surface, before irradiating of a laser beam.

SOLUTION: In a heating chamber 309, a robot arm 302 carries samples one after another and carries them out in the same timing. The robot arm carries the samples carried out from the heating chamber 309 into an etching chamber 315, wherein the sample is laid on a spinner 316 and an etching liquid is dropped from a nozzle 317 on the sample to etch an amorphous Si surface, thereby removing an oxide film. Then pure water is sprayed from other nozzle to clean the sample, and it is dried. This solves the annealing-effect nonuniformity of a large area and prevents the energy density variation of a laser beam.

?

(18)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-135148

(43)公開日 平成10年(1998)5月22日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
H 01 L 21/288

識別記号

P I  
H 01 L 21/288

F

27/12  
29/786  
21/33627/12  
29/78  
6 2 7 G

G

R

審査請求 未請求 請求項の数15 FD (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平8-305957

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(22)出願日 平成8年(1996)10月30日

(72)発明者 楠本直人

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 山崎舜平

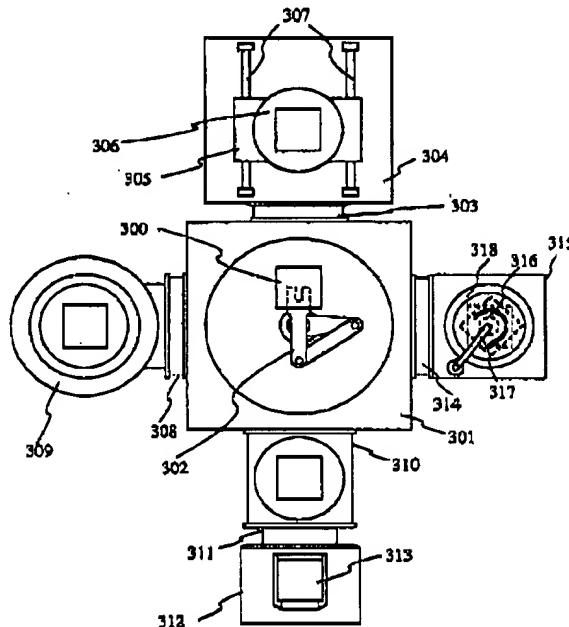
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

## (54)【発明の名称】 レーザー照射システム及びその応用方法

## (57)【要約】

【課題】 線状のエキシマレーザーを用いた非晶質珪素膜の結晶化に際して、得られる結晶性珪素膜の結晶性のむらを改善する。

【解決手段】 スピンエッチャーチamber 318を備えた室315において、非晶質珪素膜の表面に形成された酸化膜を除去し、その後に非酸化性の雰囲気中において、レーザー照射室304でのレーザー光の照射を行い、非晶質珪素膜の結晶化を行う。こうすることで、結晶性の均一な結晶性珪素膜を得ることができる。



(2)

特開平10-135148

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、

レーザー光の照射を行う前に半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有することを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 2】半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、

レーザー光の照射を行う前に半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段と、

レーザー光の照射時に半導体薄膜を冷却する手段と、

を有することを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 3】半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、

レーザー光の照射を行う気密性を有するチャンバーと、半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有するチャンバーと、

半導体薄膜を加熱する機能を有する気密性を有するチャンバーと、

を有することを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 4】半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、

レーザー光の照射を行う気密性を有する第1のチャンバーと、

半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有する第2のチャンバーと、

半導体薄膜を加熱する機能を有する気密性を有する第3のチャンバーと、

を有し、

第1のチャンバーには、半導体薄膜を冷却する機能を有し、

前記各チャンバー間においては、気密性を保って試料の搬送が行えることを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 5】半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、

レーザー光の照射を行う気密性を有する第1のチャンバーと、

半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有する第2のチャンバーと、

半導体薄膜を加熱する機能を有する気密性を有する第3のチャンバーと、

を有し、

第1のチャンバーには、半導体薄膜を冷却する機能を有し、

前記各チャンバーは内部を非酸化性雰囲気に保つ機能を有し、

前記各チャンバー間においては、非酸化性雰囲気を保つて試料の搬送が行えることを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 6】請求項 1 乃至請求項 5 において、

レーザーは、線状にビーム加工された紫外領域の波長を有するエキシマレーザーであることを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 7】請求項 1 乃至請求項 5 において、不純物膜の除去をウエットエッティング法またはドライエッティング法で行うことを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 8】請求項 1 乃至請求項 5 において、不純物膜は、酸化物、有機物、塗化物から選ばれた少なくとも一種類を含むことを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 9】請求項 5 において、非酸化性雰囲気として、不活性雰囲気または還元雰囲気または減圧雰囲気が選択されることを特徴とするレーザー照射システム。

【請求項 10】レーザー光の照射を行う前に半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有するレーザー照射システムの応用方法であって、

半導体薄膜表面の不純物膜を除去した後に非酸化性雰囲気を保った状態でレーザー光の照射を半導体薄膜表面に行うことを特徴とするレーザー照射システムの応用方法。

【請求項 11】レーザー光の照射を行う気密性を有する第1のチャンバーと、

半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有する第2のチャンバーと、

半導体薄膜を冷却する機能を有する気密性を有する第3のチャンバーと、

を有し、

第1のチャンバーには、半導体薄膜を冷却する機能を有し、

前記各チャンバー間においては、気密性を保って試料の搬送が行えるレーザー照射システムの応用方法であって、

半導体薄膜表面の不純物膜を除去した後に非酸化性雰囲気の気密性を保った状態で冷却された半導体薄膜に対してレーザー光を照射することを特徴とするレーザー照射システムの応用方法。

【請求項 12】請求項 10 または請求項 11 において、半導体薄膜は厚さが 400 Å ~ 1000 Å の非晶質珪素膜であることを特徴とするレーザー照射システムの応用方法。

【請求項 13】請求項 10 または請求項 11 において、非酸化性雰囲気として、不活性雰囲気または還元雰囲気または減圧雰囲気が選択されることを特徴とするレーザー照射システムの応用方法。

【請求項 14】請求項 10 乃至請求項 11 において、レーザーは、線状にビーム加工された紫外領域の波長を有するエキシマレーザーであることを特徴とするレーザー照射システムの応用方法。

50

(3)

特開平10-135148

3

【請求項15】請求項10または請求項11において、半導体薄膜は厚さが400Å～1000Åであり、不純物イオンのドーピングが行われた膜であることを特徴とするレーザー照射システムの応用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、レーザー光の照射を行い各種処理を行うシステムに関する。またその応用方法に関する。例えば、半導体にレーザー光を照射することにより、各種アニールを行うシステム及びその応用方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体薄膜にレーザー光を照射することにより各種アニールを行う技術が知られている。例えば、ガラス基板上に薄膜トランジスタを作製する際に、まず非晶質珪素膜（アモファスシリコン膜）をガラス基板上にプラズマCVD法等で成膜し、それにパルス発振型で紫外光領域の発振を行うエキシマレーザー光を照射することにより、結晶性珪素膜を得る技術が知られている。

【0003】エキシマレーザーが利用されるのは、珪素膜のアニールに適するような照射エネルギー密度が得られるからである。また、紫外光領域を利用するには、珪素の結晶化や珪素膜中における不純物元素を活性化させるのに適する波長だからである。

【0004】しかし、通常のレーザー光は数mm角程度のスポット状のビーム形状であるので、数十cm角の大きさを有するガラス基板を利用した際等に生産性が問題となる。

【0005】この問題を解決するために、レーザー光を光学系により、長さ数十cmの線状に加工し、この線状のレーザービーム（線状レーザーと称する）を走査することにより、大面積への対応を行う技術が知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記線状レーザーを用いた方法により、薄膜トランジスタを作製した場合、以下のような問題が生じる。薄膜トランジスタを作製する場合、それが単体で作製されるのではなく、集積化したものとして作製される。

【0007】例えば、周辺駆動回路を一体化したアクティブラチクス型の液晶表示装置に薄膜トランジスタを利用する場合、周辺駆動回路を構成するシフトレジスタやパッファーレジスタ、さらにアナログスイッチ回路といった回路は、同じ回路パターンが繰り返されて配置されるものとなる。

【0008】このような構成を得るために線状のレーザー光を利用すると、得られた液晶ディスプレイの表示に細かい構造が観察される。この構造はその長手方向が直交した2種類に分類される。即ち、縦縞及び横縞と

4

して観察される。

【0009】なお、レーザー光の走査方向を90°回転させても、やはり縦縞及び横縞は観察される。

【0010】本発明者らの知見によれば、上記の縦縞及び横縞は、線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度のバラツキ、及び走査方向におけるレーザーエネルギー密度のバラツキに關係する。

【0011】線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度のバラツキは、発振器内部における放電開始箇所のバラツキに起因して、発振器から出るレーザー光の密度分布に偏りが生じ、それが光学系において拡大される結果として生じる。

【0012】上記線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度のバラツキは、レーザー発振器内部における空間的な発振位置のバラツキによるものと理解することができる。

【0013】また、線状のレーザービームの走査方向における照射エネルギー密度のバラツキは、発振器の安定性、即ち発振毎における照射エネルギー密度のバラツキ20に起因する。

【0014】これは、レーザー発振器の時間的な発振強度のバラツキによるものと理解することができる。

【0015】上記の時間的及び空間的なレーザー発振のバラツキは、レーザー発振器の構造や発振方法に起因するものである。本明細書で開示する発明は、以下の事項を前提とし、大面積へのアニール効果の不均一性を解決することを課題とする。

【0016】(1) パルス発振型のエキシマレーザーを利用する。

30 (2) 光学系により成形した線状のレーザー光を利用する。

(3) レーザー発振器からのレーザー光が上述したようなエネルギー密度のゆらぎを有している。

【0017】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、レーザー光の照射を行う前に半導体薄膜表面の不純物膜（特に酸化膜）を除去する手段を有することを特徴とする。

40 【0018】他の発明の構成は、半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、レーザー光の照射を行う前に半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段と、レーザー光の照射時に半導体薄膜を冷却する手段と、を有することを特徴とする。

【0019】他の発明の構成は、半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、レーザー光の照射を行う気密性を有するチャンバーと、半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有するチャンバーと、半導体薄膜を加熱する機能を有する気密性を有するチャンバーと、を有することを特徴と50

(4)

特開平10-135148

6

5

する。

【0020】他の発明の構成は、半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、レーザー光の照射を行う気密性を有する第1のチャンバーと、半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有する第2のチャンバーと、半導体薄膜を加熱する機能を有する気密性を有する第3のチャンバーと、を有し、第1のチャンバーには、半導体薄膜を冷却する機能を有し、前記各チャンバー間においては、気密性を保つて試料の搬送が行えることを特徴とする。

【0021】他の発明に構成は、半導体薄膜に対してレーザー光の照射を行うレーザーシステムであって、レーザー光の照射を行う気密性を有する第1のチャンバーと、半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有する第2のチャンバーと、半導体薄膜を加熱する機能を有する気密性を有する第3のチャンバーと、を有し、第1のチャンバーには、半導体薄膜を冷却する機能を有し、前記各チャンバーは内部を非酸化性雰囲気で保つ機能を有し、前記各チャンバー間においては、非酸化性雰囲気を保つて試料の搬送が行えることを特徴とする。

【0022】上記構成において、非酸化性雰囲気として、不活性雰囲気または還元雰囲気または減圧雰囲気を選択される。

【0023】不活性雰囲気としては、窒素、アルゴン、ヘリウム、キセノンから選ばれた一種または複数種類でなる雰囲気を挙げることができる。

【0024】還元雰囲気としては、水素及び/または一酸化炭素雰囲気、または水素及び/または一酸化炭素雰囲気を含有する雰囲気を挙げることができる。

【0025】減圧雰囲気というのは、酸化が進行しない程度に減圧状態なっている雰囲気、または高真空中のことをいう。

【0026】また、上記の各雰囲気を組み合わせる構成としてもよい。例えば、雰囲気を一端不活性雰囲気に置換し、それから減圧状態とすることにより、雰囲気中の酸化を極力抑制するような構成としてもよい。

【0027】他の発明は、レーザー光の照射を行う前に半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有するレーザー照射システムの応用方法であって、半導体薄膜表面の不純物膜を除去した後に非酸化性雰囲気を保つた状態でレーザー光の照射を半導体薄膜表面に行うことの特徴とする。

【0028】他の発明の構成は、レーザー光の照射を行う気密性を有する第1のチャンバーと、半導体薄膜表面の不純物膜を除去する手段を有する気密性を有する第2のチャンバーと、半導体薄膜を冷却する機能を有する気密性を有する第3のチャンバーと、を有し、第1のチャンバーには、半導体薄膜を冷却する機能を有し、前記各チャンバー間においては、気密性を保つて試料の搬送が

行えるレーザー照射システムの応用方法であって、半導体薄膜表面の不純物膜を除去した後に非酸化性雰囲気の気密性を保つた状態で冷却された半導体薄膜に対してレーザー光を照射することの特徴とする。

【0029】なお、本明細書で開示する発明は、気相法で成長された非晶質珪素膜を結晶化させる技術のみではなく、結晶性珪素膜に対する不純物イオンの注入後のアニール技術にも利用することができる。

【0030】

10 【発明の実施の形態】不純物膜を除去することにより、レーザー照射後の膜質が安定するのは、非晶質珪素膜と不純物膜との熱伝導率の違いに起因する。不純物膜とは、酸化物、有機物、窒化物を少なくとも一つ含む膜である。特に酸化物（酸化珪素）は非晶質珪素膜の表面に形成され易く、その影響が大きい。以下においては、主に非晶質珪素膜の表面に形成される酸化膜について説明する。

【0031】厚さが1000Å以下であるような非晶質珪素膜は、膜中の不均一性が顕著に現れてしまう。当然、そのような非晶質珪素膜上に形成された酸化膜にも不均一性が現れる。このことは、酸化膜以外の場合のものも言えるが、酸化膜（自然酸化膜も含む）の場合が最もその傾向が顕著になる。

20 【0032】エキシマレーザー光には、そもそも時間的及び空間的にゆらぎが存在する。レーザー光が非晶質珪素膜に照射されると、そこから周囲に熱が瞬間に伝導するのであるが、その伝導状態は、レーザー自体の照射エネルギー密度のバラツキと上記膜の不均一性を反映したものとなる。

30 【0033】線状のレーザーを利用した場合、熱伝導により結晶化した端部にこの不均一性が現れる。当然この端部は線状（筋状）なものとなる。エキシマレーザーを利用した場合、パルス発振により、次々とレーザー光が照射されるが、この時上記線状の領域は、レーザー発振の不均一性と非晶質珪素膜と酸化膜の不均一性とを反映したものとして現れる。

【0034】換言すれば、レーザー発振の不均一性と非晶質珪素膜と酸化膜の不均一性とが相乗して、さらに強調されたものとして現れる。

40 【0035】そして、これが縮模様状に結晶状態（膜質）が変化してしまうものとして観察される。

【0036】酸化珪素膜の熱伝導率は、非晶質珪素膜のそれに比較して、数パーセント以下である。従って、非晶質珪素膜の表面に酸化膜が存在すると、上記の不均一性がさらに助長されたものとなる。

【0037】また、レーザー照射時の加熱も上記の不均一性（熱伝導の不均一性）をさらに助長するものとなる。

【0038】また、膜厚が400Å以下というように薄くなる場合も上記の膜質の不均一性が顕在化する。

50

(5)

特開平10-135148

8

7

## 【0039】

## 【実施例】

【実施例1】図1に本実施例で示すレーザーシステムの上面から見た概要を示す。図において、310、309、304、315、301が気密性を有するチャンバーである。各チャンバーには、真空排気ポンプ、不活性ガス導入系が配置されている。

【0040】310で示されるチャンバーは、試料（基板）をシステムに搬入するためのロード室である。309が試料を加熱するための加熱室である。304は、線状のレーザー光を試料に検査しながら照射するためのチャンバーである。315は、試料（非晶質珪素膜）の表面の酸化膜を除去するためのチャンバーである。301は、各チャンバーに対して共通に配置された試料の搬送室である。

【0041】以下に動作の一例を示す。ここでは、試料としてガラス基板上に非晶質珪素膜が成膜されたものを用いる例を示す。

【0042】最初、全てのチャンバーは、一端高真空状態に真空引きがされた後、さらに窒素によりバージされている状態（常圧）とする。また全てのゲイトバルブ311、318、319、314を閉鎖した状態とする。

【0043】まず、試料は多数毎が収納されたカセット313を前室312に搬入される。カセット312の搬入後、図示しない前室312の扉を閉鎖する。

【0044】この状態において、ゲイトバルブ311を開け、カセット313から試料を1枚（例えば800で示される）ロボットアーム302によって搬送室301に取り出す。この際、搬入室310において基板の位置合わせが行われる。

【0045】ここでゲイトバルブ311を開鎖し、ついでゲイトバルブ308を開ける。そして加熱室309への試料を移送する。加熱室309では、400℃の温度で30分の加熱処理が行われ、非晶質珪素膜中の水素の離脱が促進される。

【0046】この加熱処理は、窒素雰囲気中で行い、膜の表面に酸化膜が形成されないようにする。

【0047】水素の離脱を行うのは、後の結晶化工程において、水素の密度が低い法が膜の結晶化がより促進され、高い結晶性が得られるからである。

【0048】加熱室309には、ロボットアームにより次々に試料が搬入され、同じタイミングでもって、外部に搬出される。加熱室309外に搬出された試料は、ロボットアーム302により、エッティング室315に搬入される。この際、ゲイトバルブ314の開閉が行われる。

【0049】エッティング室315では、試料がスピナー316上に配置され、ノズル317から滴下されるエッティング液（BHFまたはHF溶液）により、試料上に非晶質珪素膜表面のエッティング（酸化膜の除去）が行われる。

る。

【0050】この際、非晶質珪素膜の表面の酸素は除去され、弗素によってその表面がターミネイトされた状態が得られる。

【0051】酸化膜の除去後、図示しない別のノズルから純水を噴射させ、試料の線状を行なう。さらに図示しないノズルから窒素噴射を行い試料を乾燥させる。

【0052】なお、318で示されるのはカップと呼ばれる溶液が飛び散らないようにするための遮蔽物である。

【0053】次にゲイトバルブ314を開け、ロボットアーム302により、試料を搬送室301に搬出する。そしてゲイトバルブ303を閉め、さらにゲイトバルブ303を開ける。そして試料をレーザー室304に搬入する。試料の搬入後、ゲイトバルブ303は閉鎖する。

【0054】レーザー室304では、1次元的に移動するステージ305に配置されたベルチャ素子を利用した冷却手段を備えたステージ306は配置されている。そしてステージ306上に置かれた試料に対して、線状のレーザーが照射される。この際、ステージ305がレール307に沿って移動することで、走査しながらのレーザー光の照射が行われる。

【0055】また、レーザー光の照射の際、試料はステージ306から冷却される。冷却温度は、室温～-10℃程度とする。

【0056】レーザー光の照射が終了したら、ゲイトバルブ308を開け、試料をロボットアーム302によって搬送室301に取り出し、さらにゲイトバルブ303の開鎖、ゲイトバルブ311を開けて、カセット313にレーザー結晶化処理の終了した試料の搬入を行う。

【0057】以上の工程を繰り返し行うことにより、カセット313に収納された全ての試料の結晶化を行う。

【0058】【実施例2】本実施例では、酸化膜さらにはその他不純物膜の除去を行う手段として、ドライエッティング方法を採用したシステムの場合を示す。

【0059】図2の本実施例の概要を示す。図1と同じ符号は、実施例1に示したものと同じである。図2に示すシステムが図1と異なるのは、ゲイトバルブ401で搬送室301と連結されたエッティングチャンバー402には、電極404（平行平板電極の一方）上に配置された試料403に対して、ドライエッティングを行い、表面の酸化膜を除去する構成とした点である。

【0060】【実施例3】図3に非晶質珪素膜の表面に形成されている酸化膜を除去した場合としない場合におけるレーザー照射後の膜の見かけ上の屈折率とレーザー照射時の照射エネルギー密度との関係を示す。

【0061】屈折率は、エリプソメトリで計測し、エネルギー照射密度は、照射されたレーザー光の一部を外部に取り出し、それをディテクターで計測した値から求めたものである。これらの計測値は、絶対的なものではな

(6)

特開平10-135148

10

く、相対的なものである。

【0062】またレーザー光は、線状にビーム加工されたKrfエキシマレーザー(波長248nm)を利用したものである。

【0063】利用した試料は、プラズマCVD法で成膜した厚さ500Åの非晶質珪素膜を空気中において450℃の温度で1時間加熱し、膜中の水素を離脱させたものを用いた。

【0064】酸化膜は、上記水素出しの加熱処理中に形成されたものである。また、その膜厚は数十Å程度である。

【0065】また、酸化膜の除去の方法は、バッファードラッカによるウェットエッチングによるものである。

【0066】屈折率が、その値が小さい程、膜表面の荒れが大きく、またその結晶性が優れていることを示している。

【0067】なお、この膜表面荒れと結晶性との関係は、一見矛盾しているようであるが、レーザー光の照射によって得られた結晶性珪素膜においては、一般的に膜表面の荒れが大きい方が膜の結晶性が高いというデータが得られている。

【0068】図3から明らかなように、レーザー光の照射エネルギー密度の変化に対しての屈折率の変化、即ちレーザー光の照射エネルギー密度の変化に対しての結晶性と表面の荒れの程度は、酸化膜を除去した試料の方が小さい。

【0069】これは、酸化膜を除去した試料においては、そうでない試料に比較して、照射エネルギー密度のバラツキに対して、膜質の変化が小さいことを示している。即ち、不可避に発生してしまうエネルギー密度のゆらぎに対して、得られる膜質(換言すればアニール効果)の変化が小さいことを示している。

【0070】図4に示すには、出発膜である非晶質珪素膜の膜厚と、得られた結晶性珪素膜のラマン強度変動の関係を示したものである。なお利用した試料の作製条件は、図3に示すデータを得たものと同じである。

【0071】図4から明らかなように、出発膜の膜厚が400Å以上であれば、得られる結晶性珪素膜のラマン強度、即ち得られる結晶性珪素膜の結晶性はそれ程変動しないことがわかる。

【0072】図5に示すのは、レーザー光の照射時における温度(基板加熱温度)と得られた結晶性珪素膜のラマン強度との関係を示すものである。なお利用した試料の作製条件は、図3に示すデータを得たものと同じである。

【0073】図5から明らかなように、加熱をする程、得られる膜のラマン強度(結晶性を反映したものと解釈される)の変動は大きくなる。特に、試料である非晶質珪素膜の膜厚が300Åの場合は、膜厚が500Åの場合に比較してこの傾向が極めて顕著になる。

【0074】即ち、図5からは、レーザー光を照射する対象となる非晶質珪素膜の膜厚は、300Åより500Åの方が良く、また加熱は行わず25℃(室温)でレーザー光の照射を行うことが良い、という経験が得られる。

【0075】また、図9に非晶質珪素膜に対するレーザー光の照射時における酸化膜の有無、さらに加熱の有無における得られた結晶性珪素膜の表面を写した写真を示す。

10 【0076】図9(A)は、酸化膜の除去を行わず、室温でレーザー光を照射した場合に得られる結晶性珪素膜の表面を写した写真である。この写真は、ランプからの光を膜の表面に反射させて、膜質のムラが現れやすいようにして、写真撮影を行ったものである。

【0077】図9(B)は、酸化膜の除去を行い、400℃の加熱状態でレーザー光を照射した場合に得られる結晶性珪素膜の表面を写した写真である。

【0078】図9(C)は、酸化膜の除去を行い、室温でレーザー光を照射した場合に得られる結晶性珪素膜の表面を写した写真である。

20 【0079】(A)～(C)の写真を見れば判るように、酸化膜の除去を行うことにより、結晶のムラ(これは結晶性の不均一性を反映したものと考えられる)が少なくすることができる。さらにレーザー照射時に加熱を行わないことで、結晶のムラをより少なくすることができる。

【0080】以上、図3～図5及び図9に示すデータより、レーザー光の照射エネルギー密度の変動に対しての影響を抑制するための対策として以下の事項が導かれる。

30 【0081】(1) 非晶質珪素膜表面の酸化膜を徹底して除去してから、レーザー光の照射を行う。

(2) 非晶質珪素膜表面の膜厚は、400Å以上とする。また、紫外領域の光の吸収状態を考慮すると、その膜厚の上限は1000Å以下、好ましくは800Å以下とする。

(3) レーザー光の照射時には、試料を加熱しない。さらには冷却する。

【0082】上記の要素を少なくとも一つ満たすことにより、照射エネルギー密度の変動に対して得られる膜質40 の変化を小さいものとすることができます。

【0083】上記(1)～(3)の要素は、できるだけ多くの満足することが好ましい。従って、できることなら上記(1)～(3)に要素を全て満足することがより好ましい。

【0084】なお上記(2)に膜厚の条件を1000Åとするのは、それ以上の膜厚になると、レーザーの吸収が膜表面付近に集中し、厚さ方向における結晶性の違いが顕在化するからである。またレーザー光の照射による結晶化をより効果的に行うには、その膜厚を800Å以下とすることがより好ましい。

(7)

特開平10-135148

11

12

【0085】〔実施例4〕本実施例では、周辺駆動回路一体型のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の作製工程を示す。

【0086】図6に作製工程を示す。まずガラス基板（または石英基板）501上に図示しない下地膜を成膜する。ここでは、図示しない下地膜としてスパッタ法により、酸化珪素膜を3000Åの厚さに成膜する。

【0087】次にプラズマCVD法（または減圧熱CVD法）により、非晶質珪素膜502を500Åの厚さに成膜する。こうして図6（A）に示す状態を得る。

【0088】次に実施例1または実施例2に示したシステムを利用してレーザー光の照射を行い、非晶質珪素膜502を結晶化させ、結晶性珪素膜を得る。結晶性珪素膜を得たら、それをパターニングすることにより、図6（B）の51、52、53で示される薄膜トランジスタの活性層を形成する。

【0089】ここで、51がPTFTの活性層であり、52がNTFTの活性層である。この2つのTFTでもって、周辺駆動回路を構成するCMOSが構成される。また、53が画素に配置されるNTFTの活性層である。

【0090】ゲート絶縁膜として機能する酸化珪素膜503をプラズマCVD法により、1000Åの厚さに成膜する。さらに図示しないアルミニウム膜をスパッタ法により4000Åの厚さに成膜し、それをパターニングすることにより、ゲート電極504、505、506を形成する。

【0091】次に得られたゲート電極のパターンを陽極とした陽極酸化を行うことにより、陽極酸化膜507、508、509を1000Åの厚さに形成する。陽極酸化膜は、ゲート電極を電気的及び物理的に保護する機能を有している。こうして図6（B）に示す状態を得る。

【0092】ここでは、低抵抗を有するアルミニウムを材料として、ゲート電極を構成する例を示すが、他の導電性材料を利用するのでもよい。

【0093】次に図6（B）に示す状態において、導電型を付与するための不純物元素のドーピングを行う。ここでは、まずPTFTを構成する活性層に対して、選択的にB（ボロン）のドーピングをプラズマドーピング法でもって行い、次にNTFTを構成する活性層に対して、選択的にP（リン）のドーピングをプラズマドーピング法でもって行う。

【0094】こうして、周辺駆動回路を構成するPTFTのソース領域507、チャネル領域508、ドレイン領域509が自己整合的に形成される。また、周辺駆動回路を構成するNTFTのソース領域512、チャネル領域511、ドレイン領域510を自己整合的に形成される。また、画素マトリクスに配置されるNTFTのソース領域513、チャネル領域514、ドレイン領域515が自己整合的に形成される。こうして図6（C）に示す状態を得る。

示す状態を得る。

【0095】なお、本実施例においては、陽極酸化膜507、508、509が存在する関係で、その厚さの分でオフセットゲート領域がチャネルとソース／ドレイン領域の間に形成される。しかし、その寸法は1000Å（実際はプラズマドーピング時における注入イオンの回り込みにより、さらに小さくなると考えられる）程度であるので、ここではその存在は無視する。なお、陽極酸化膜の膜厚を2000Å程度以上といように厚くした場合には、オフセットゲート領域の効果が顕在化する。

【0096】次に第1の層間絶縁膜として、2000Å厚の塗化珪素膜516とポリイミド樹脂でなる膜517を積層する。ここでは、塗化珪素膜をプラズマCVD法により成膜し、ポリイミド樹脂でなる膜をスピンドル法でもって成膜する。

【0097】そしてコンタクトホールの形成を行い、周辺駆動回路のPTFTのソース電極518、NTFTのソース電極520、両TFTに共通のドレイン電極519を形成する。これで、PTFTとNTFTとが相補型に構成されたCMOSが得られる。

【0098】さらに、画素マトリクスに配置されるNTFTのソース電極521とドレイン電極522とを形成する。ここで、ソース電極521は、ゲート配線と共に画素マトリクス領域において格子状に配置されたソース配線から延在したものとして形成される。こうして図6（D）に示す状態を得る。

【0099】次に第2の層間絶縁膜として、ポリイミド樹脂でなる絶縁膜523をスピンドル法でもって成膜する。そしてコンタクトホールの形成を行い、ITOでもって画素電極524を形成する。

【0100】こうして図6（E）に示す周辺駆動回路とアクティブマトリクス回路とを同一ガラス基板上に集積化したアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイを構成する片方の基板が完成する。

【0101】なお、液晶ディスプレイを構成するには、さらに配向膜の形成、配向処理等が必要とされる。

【0102】〔実施例5〕図7に図1や図2で示すレーザーシステムに利用される光学系の概略を示す。図7において、発振器101から発振されたレーザー光は、レンズ102とレンズ103で構成される光学系によって、所定のビーム形状と所定のエネルギー密度の分布を有したレーザー光にまず成形される。

【0103】そしてこのレーザー光は3つのホモジナイザー11、12、13によってそのビーム内エネルギー密度の分布が補正される。

【0104】ホモジナイザー11は、最終的に線状に成形されるレーザービームの幅方向におけるビーム内エネルギー密度の補正を行なう役割を担っている。しかし、線状レーザービームの幅方向の寸法は、数mm程度であるので、このホモジナイザー604が果たす役割はそ

(8)

特開平10-135148

13

14

大きなものではない。

【0105】換言すれば、ホモジナイザー11の光学パラメータの設定や調整はそれ程微妙なものではない。

【0106】ホモジナイザー12と13は、最終的に線状に成形されるレーザービームの長手方向におけるビーム内エネルギー密度の補正を行なう役割を担っている。

【0107】レーザービームは、長手方向に10cm以上も引き延ばされるので、このホモジナイザー12と13の光学パラメータの設定は慎重に行なう必要がある。

【0108】ここでは、レーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の分布をより均一化するために12と13で示されるようにレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の分布を制御するホモジナイザーを2つ配置する。

【0109】106と107と109で示されるレンズは、レーザービームを線状に成形する役割を担っている。即ち、レンズ106と109とはレーザービームを幅方向に狭めるために機能する。また、レンズ107は2つのホモジナイザー12及び13と共同してレーザービームを長手状に引き延ばすために機能する。

【0110】図7に示す構成においては、線状に成形されたレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の制御を12及び13の2つのホモジナイザーによって行っている。

【0111】このように2つのホモジナイザーを利用することにより、線状のレーザー光の長手方向における照射エネルギー密度の分布をより均一化することができる。そして、線状のレーザー光の照射によるアニール効果を均一なものとすることができます。なおホモジナイザーの数は必要に応じてさらに増やしてもよい。

【0112】また、それ程の均一性が要求されない線状のレーザービームの幅方向においては一つのホモジナイザーを配置し、必要とする均一性を得ている。

【0113】【実施例6】本実施例は、図7に示す光学系と基本的に同じ構成を有するが、各種光学パラメータの設定が少し異なる構成の例である。

【0114】図8に本実施例の構成を示す。図8に示す構成においては、ホモジナイザー12と13の位置関係が図1に示す場合と異なっている。この場合、ホモジナイザー12と13の位置関係の変更に従って、各レンズの光学パラメーターの一設定も図7の場合とは変更する必要がある。

【0115】図8に示す構成においても線状のレーザービームの長手方向における照射エネルギー密度の均一化をより計ることができる。

【0116】【実施例7】本実施例は、加熱室309での水素出しのための加熱を酸化性の雰囲気中（例えば、空気雰囲気または酸素雰囲気）で行うものである。こうすると、非晶質珪素膜の表面に数十Å程度の熱酸化膜が自然酸化膜に重ねてさらに形成される。

【0117】しかし、この際、非晶質珪素膜の表面に付着した有機物の除去が行われる。こうすることで、レーザー結晶化の際に有機物の影響により、結晶化が阻害されたり、むらになってしまったりすることを抑制することができる。

【0118】なお、形成された熱酸化膜はエッティングで除去すればよいので、何ら問題はない。

【0119】

【発明の効果】本明細書で開示する発明を利用することにより、大面積へのアニール効果の不均一性を解決することができる。即ち、レーザー発振器からのレーザー光の照射エネルギー密度が時間的に、また位置的にゆらいでも、その影響が非晶質珪素膜のアニール時に現れることを抑制することができる。そして、純模様表示の無い周辺駆動回路一体型のアクティブマトリクス型の液晶表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザー照射システムの概略を示す図。

【図2】 レーザー照射システムの概略を示す図。

【図3】 非晶質珪素膜表面の酸化膜がレーザー結晶化時に与える影響を示す図。

【図4】 レーザーアニール後のラマン強度と非晶質珪素膜の膜厚の関係を示す図。

【図5】 レーザー照射時の試料の温度とラマン強度との関係を示す図。

【図6】 周辺駆動回路一体型のアクティブマトリクス型の液晶表示装置の TFT 部分の作製工程を示す図。

【図7】 光学系の概略を示す図。

【図8】 光学系の概略を示す図。

【図9】 レーザー照射後の結晶性珪素薄膜の表面の状態を示す写真。

【符号の説明】

300	試料
301	搬送室
302	ロボットアーム
303	ゲイトバルブ
304	レーザー照射室
305	移動ステージ
306	ステージ（冷却手段付き）
40307	レール
308	ゲイトバルブ
309	加熱室
310	搬入室
311	ゲイトバルブ
312	前室
313	試料を収納したカセット
314	ゲイトバルブ
315	エッティング室
316	スピナー
50317	ノズル

(9)

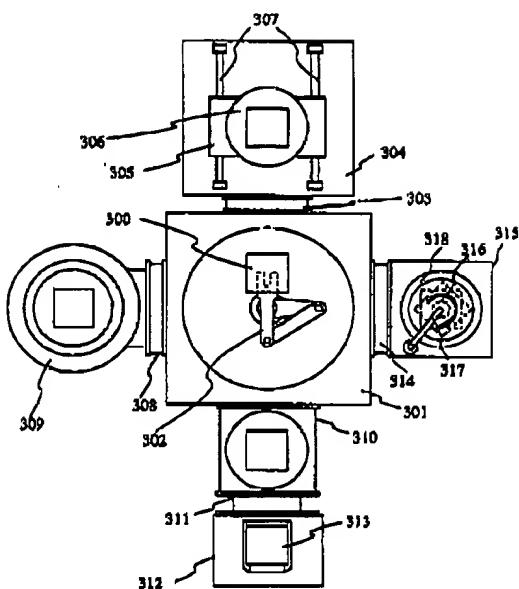
特開平10-135148

15

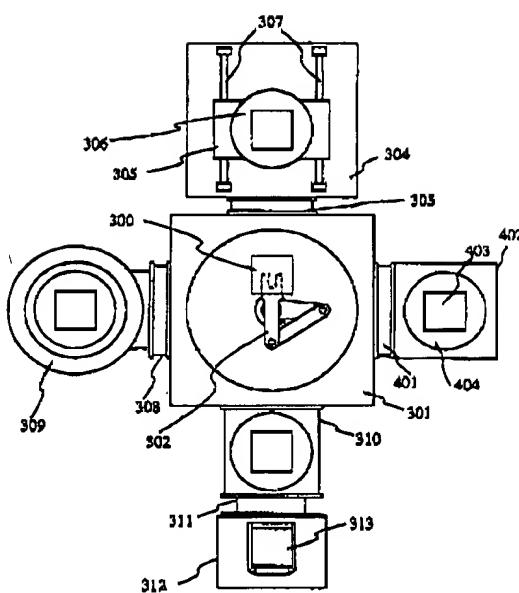
318

カップ

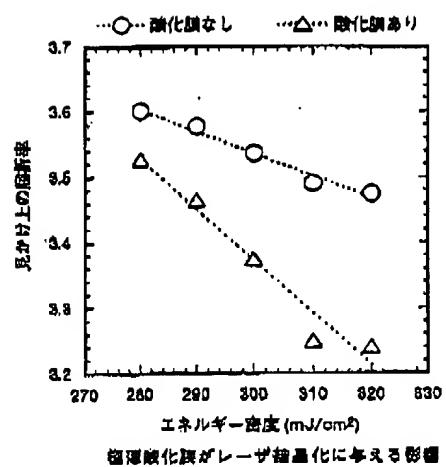
【図1】



【図2】



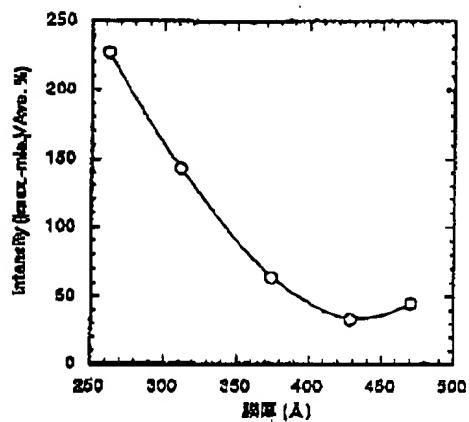
【図3】



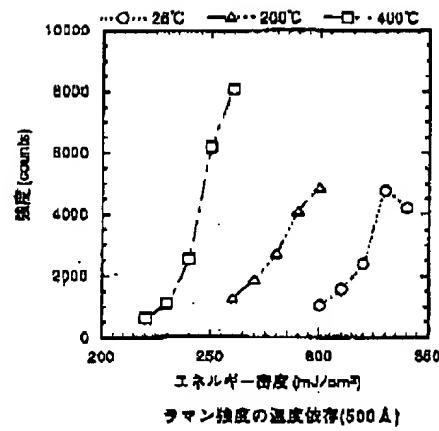
(10)

特開平10-135148

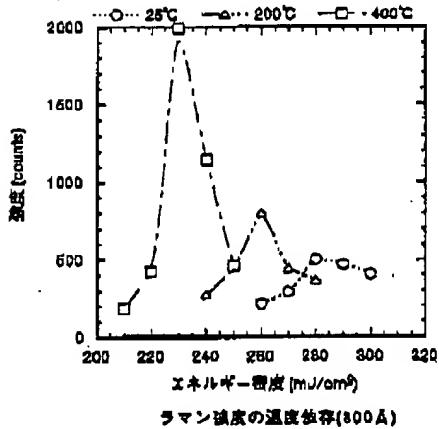
【図4】

ラマン強度変動のa-Si膜厚依存性  
(max.-min./Ave.)

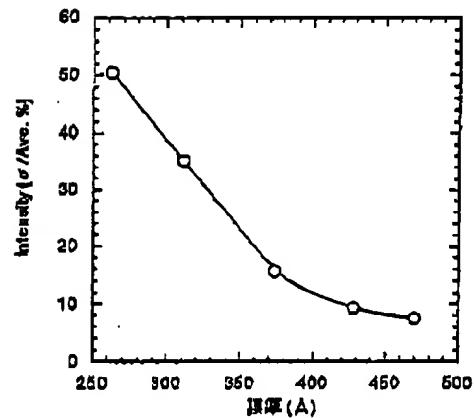
【図5】



ラマン強度の温度依存(500 Å)



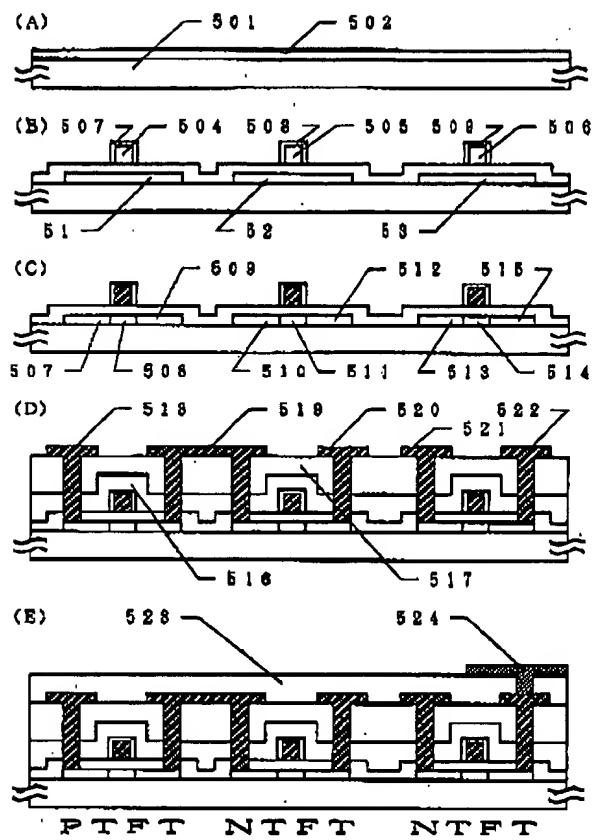
ラマン強度の温度依存(800 Å)

ラマン強度変動のa-Si膜厚依存性  
(σ/Ave.)

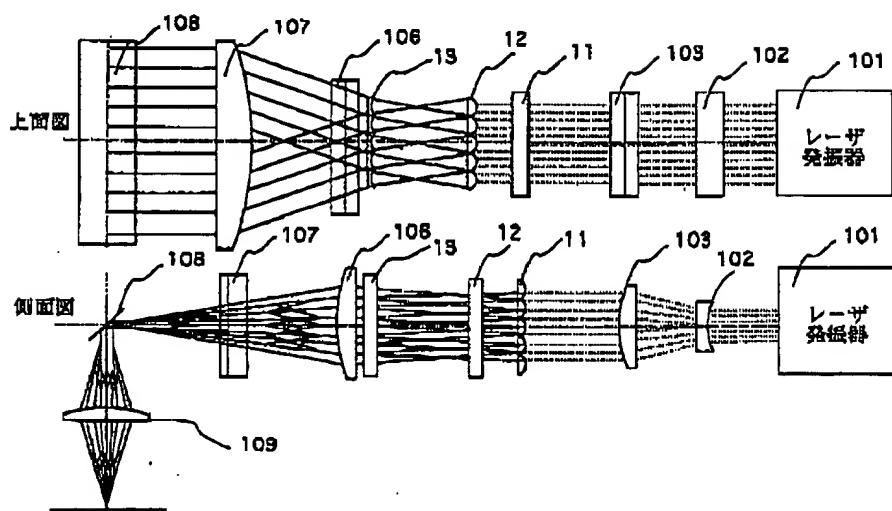
(11)

特開平10-135148

【図6】



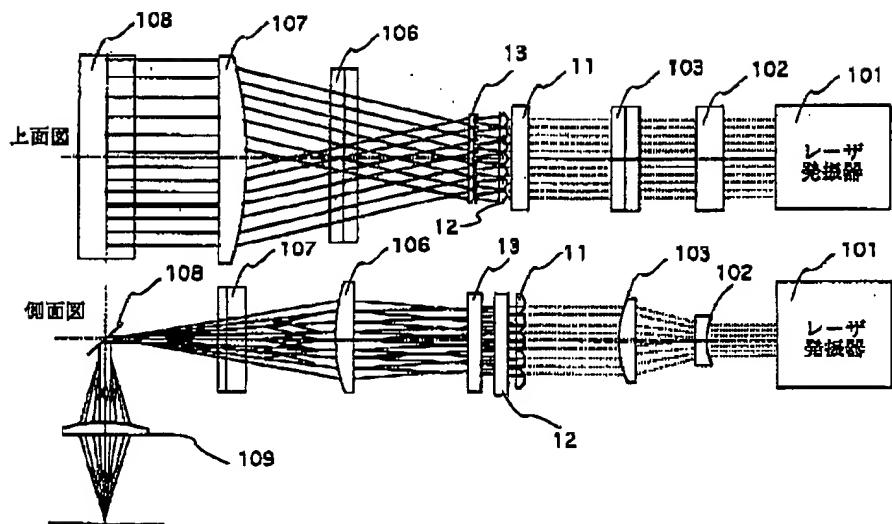
【図7】



(12)

特開平10-135148

【図8】



## Best Available Copy

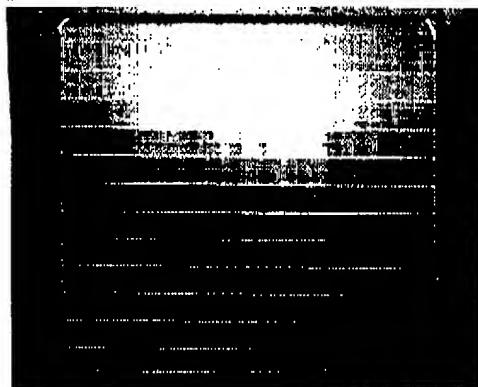
(13)

特開平10-135148

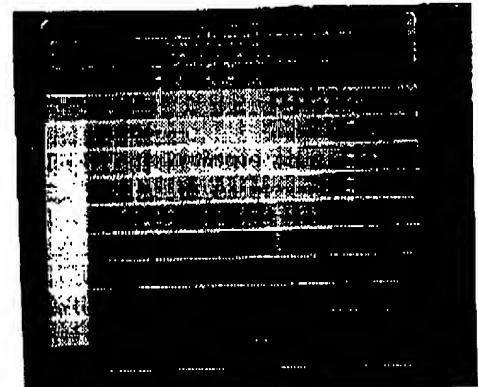
【図9】

図面代用写真

(A)



(B)



(C)

